

Квантовый прорыв: как 13 000 запутанных спинов открывают будущее квантовой памяти и сетей

Дата публикации: 31.01.2025

Квантовая физика продолжает делать огромные шаги в развитии технологий, и новое исследование, проведённое учёными Кембриджского университета, стало важным прорывом на пути к созданию масштабируемых квантовых сетей. Физики сумели запутать 13 000 ядерных спинов в «тёмное состояние», создав стабильный и точный квантовый регистр. Эта технология может радикально изменить сферу квантовой связи, хранилищ данных и распределённых вычислений.

Квантовые точки давно привлекали внимание учёных благодаря своим уникальным оптическим и электронным свойствам. В обычных технологиях они уже используются, например, в дисплеях и медицинской визуализации. Однако в сфере квантовой информации они становятся особенно ценными из-за способности испускать одиночные фотоны. Но одной этой характеристики недостаточно, поскольку для построения надёжной квантовой сети требуются не только источники фотонов, но и стабильные квантовые узлы, способные хранить информацию и взаимодействовать с фотонами.

Исследователи решили эту проблему, используя атомные спины внутри квантовых точек. Они смогли подготовить эти спины в уникальное коллективное запутанное состояние, известное как «тёмное состояние». Это состояние минимизирует взаимодействие спинов с окружающей средой, значительно улучшая их когерентность и долговечность хранения информации. В результате удалось создать надёжную квантовую память, которая может записывать, хранить и считывать квантовую информацию с высокой точностью.

Используемая технология основана на принципах физики многих тел – изучении коллективного поведения множества взаимодействующих **частиц**. В данном случае учёные заставили 13 000 ядерных спинов вести себя как единое целое, что позволило создать защищённое квантовое состояние, устойчивое к внешним воздействиям.

В ходе эксперимента учёные не только подготовили «тёмное состояние», но и ввели дополнительное возбуждённое состояние, используя явление ядерного магнтона – когерентное волновое возбуждение, при котором один спин переворачивается, распространяясь через ансамбль. Это позволило добиться высокой точности в записи и извлечении информации. Точность хранения

квантовой информации составила 69%, а когерентность сохранялась более 130 микросекунд, что является значительным шагом вперёд.

Результаты исследования показывают, что квантовые точки могут служить не только источниками фотонов, но и надёжными квантовыми узлами. Это открывает путь к разработке масштабируемых квантовых сетей, где квантовые узлы смогут взаимодействовать друг с другом, обеспечивая распределённые квантовые вычисления и защищённую коммуникацию.

Для дальнейшего развития технологии учёные намерены увеличить время хранения квантовой информации до десятков миллисекунд, что сделает квантовые точки пригодными для использования в квантовых повторителях. Эти устройства необходимы для соединения удалённых квантовых компьютеров, обеспечивая передачу информации без потерь.

Исследование представляет собой синтез квантовой оптики, физики полупроводников и квантовой теории информации. Учёные использовали передовые методы управления для поляризации ядерных спинов в квантовых точках арсенида галлия (GaAs), что позволило значительно снизить уровень шума и повысить надёжность квантовых операций.

Команда Кембриджа планирует продолжать исследования в рамках международного проекта QuantERA MEEDGARD в сотрудничестве с учёными Университета Линца и других европейских институтов. Этот проект нацелен на дальнейшее развитие квантовых технологий и совершенствование систем квантовой памяти.

Квантовые вычисления и сети постепенно становятся реальностью, и каждый новый шаг в их развитии приближает нас к эре по-настоящему защищённой и мощной информационной обработки. Новые открытия в области запутанных состояний и квантовых точек открывают беспрецедентные возможности для будущего науки и технологий.

Ссылка: «Многочастичный квантовый регистр для спинового кубита» DOI: [10.1038/s41567-024-02746-z](https://doi.org/10.1038/s41567-024-02746-z).